



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

車輪支持用転がり軸受ユニットと荷重測定装置とを備え、  
このうちの車輪支持用転がり軸受ユニットは、使用状態で懸架装置に支持固定される静止側軌道輪と、使用状態で車輪を支持固定する回転側軌道輪と、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との互いに対向する周面に存在する静止側軌道と回転側軌道との間に設けられた複数個の転動体とを備えたものであり、

上記荷重測定装置は、上記回転側軌道輪の回転中心と同心に設けられた円筒状のラジアル被検出面及びこの回転側軌道輪の回転中心に対し直角方向に設けられたスラスト被検出面と、上記静止側軌道輪に設けられた少なくとも1個の変位センサユニットとから成り、この変位センサユニットはラジアル検出部とスラスト検出部とを備え、このうちのラジアル検出部と上記ラジアル被検出面との距離、並びにスラスト検出部と上記スラスト被検出面との距離を測定自在なものであり、上記変位センサユニットから測定されるこれら各距離と、予め求めた上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値とから、上記回転側軌道輪に加わる荷重を求める、

荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニット。

## 【請求項2】

車輪支持用転がり軸受ユニットを自動車に組み付けた状態で、回転側軌道輪に軸方向の荷重を加え、この荷重の値とこの回転側軌道輪の変位量とから上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を求める、請求項1に記載した荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニット。

## 【請求項3】

回転側軌道輪に加わる回転軸回りのモーメント荷重を、この回転側軌道輪に加わる水平方向の荷重と車輪に固定されたタイヤの半径とから求める、請求項1～2の何れかに記載した荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明に係る荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットは、車両（自動車）の車輪を懸架装置に対して回転自在に支持すると共に、この車輪に加わる力の方向及び大きさを測定して、車両の安定運行に寄与せしめるものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

車両の車輪を懸架装置に対して回転自在に支持するのに、転がり軸受ユニットを使用する。又、アンチロックブレーキシステム（ABS）やトラクションコントロールシステム（TCS）を制御する為には、上記車輪の回転速度を検出する必要がある。この為、上記転がり軸受ユニットに回転速度検出装置を組み込んだ回転速度検出装置付転がり軸受ユニットにより、上記車輪を懸架装置に対して回転自在に支持すると共に、この車輪の回転速度を検出する事が、近年広く行なわれる様になっている。

## 【0003】

図25は、この様な目的で使用される従来構造の1例として、特開2001-21577号公報に記載された回転速度検出装置付の車輪支持用転がり軸受ユニットを示している。この回転速度検出装置付の車輪支持用転がり軸受ユニットは、懸架装置に支持された状態で使用時にも回転しない、請求項に記載した静止側軌道輪に相当する外輪1の内径側に、車輪を固定した状態で使用時に回転する、請求項に記載した回転側軌道輪に相当するハブ2を支持している。そして、このハブ2の一部に固定したセンサロータ3の回転速度を、上記外輪1に固定したカバー4に支持した回転速度検出センサ5により検出自在としている。図示の例では、この回転速度検出センサ5として、上記センサロータ3と全周に互って対向する、円環状のものを使用している。又、上記ハブ2を回転自在に支持する為、上記外輪1の内周面に、それぞれが請求項に記載した静止側軌道に相当する複列の外輪軌

道 6、6' を設けている。又、上記ハブ 2 の外周面、及びこのハブ 2 に外しナット 7 によりこのハブ 2 に対し結合固定した状態で上記ハブ 2 と共に上記回転側軌道輪を構成する内輪 8 の外周面に、それぞれが請求項に記載した回転側軌道に相当する内輪軌道 9、9 を設けている。そして、これら各内輪軌道 9、9 と上記各外輪軌道 6、6' との間にそれぞれ複数個ずつの転動体 10、10 を、それぞれ保持器 11、11 により保持した状態で転動自在に設け、上記外輪 1 の内側に上記ハブ 2 及び内輪 8 を、回転自在に支持している。

#### 【0004】

又、上記ハブ 2 の外端部（車両への組み付け状態で幅方向外側となる端部を言い、図 25 の左端部）で上記外輪 1 の外端部から軸方向外方に突出した部分に、車輪を取り付けるためのフランジ 12 を設けている。又、上記外輪 1 の内端部（車両への組み付け状態で幅方向中央側となる端部を言い、図 25 の右端部）に、この外輪 1 を懸架装置に取り付けるための取付部 13 を設けている。又、上記外輪 1 の外端開口部と上記ハブ 2 の中間部外周面との間の隙間は、シールリング 14 により塞いでいる。尚、重量の嵩む車両用の転がり軸受ユニットの場合には、上記複数個の転動体 10、10 として、図示の様な玉に代えて、テーパーころを使用する場合もある。

#### 【0005】

上述の様な転がり軸受ユニットに回転速度検出装置を組み込むべく、上記内輪 8 の内端部で上記内輪軌道 9 から外れた部分の外周面には、前記センサロータ 3 を外固定している。このセンサロータ 3 は、軟鋼板等の磁性金属板に塑性加工を施す事により、全体を円環状に形成したもので、互いに同心の被検出用円筒部 15 と支持用円筒部 16 とを備え、このうちの支持用円筒部 16 を上記内輪 8 の内端部に締まりめして外する事により、この内輪 8 の内端部に固定している。

又、上記被検出用円筒部 15 には、それぞれがこの被検出用円筒部 15 の軸方向に長いスリット状の透孔 17、17 を多数、円周方向に関して等間隔で形成する事により、上記被検出用円筒部 15 の磁気特性を、円周方向に互って交互に且つ等間隔に変化させている。

#### 【0006】

更に、上記外輪 1 の内端開口部には前記カバー 4 を、上記センサロータ 3 の被検出用円筒部 15 を覆う状態で合固定して、上記外輪 1 の内端開口部を塞いでいる。金属板を塑性加工して成る、上記カバー 4 は、上記外輪 1 の内端開口部に内固定自在な合筒部 18 と、この内端開口部を塞ぐ塞ぎ板部 19 とを有する。そして、この塞ぎ板部 19 内に、前記回転速度検出センサ 5 を保持固定している。又、この塞ぎ板部 19 の外周寄り部分には通孔 20 を形成し、この通孔 20 を通じて上記回転速度検出センサ 5 の出力を取り出すためのコネクタ 21 を、上記カバー 4 外に取り出している。この様に回転速度検出センサ 5 をカバー 4 内に保持固定した状態で、この回転速度検出センサ 5 の外周面に設けた検知部は、上記センサロータ 3 を構成する被検出用円筒部 15 の内周面に、微小隙間を介して対向する。

#### 【0007】

上述の様な回転速度検出装置付の車輪支持用転がり軸受ユニットの使用時には、上記外輪 1 の外周面に固設した取付部 13 を懸架装置に対して、図示しないホルトにより結合固定すると共に、前記ハブ 2 の外周面に固設したフランジ 12 に図示しない車輪を、このフランジ 12 に設けたスタッド 22 により固定する事で、上記懸架装置に対して上記車輪を回転自在に支持する。この状態で車輪が回転すると、上記回転速度検出センサ 5 の検知部の端面近傍を、上記被検出用円筒部 15 に形成した透孔 17、17 と、円周方向に隣り合う透孔 17、17 同士の間には存在する柱部とが交互に通過する。この結果、上記回転速度検出センサ 5 内を流れる磁束の密度が変化し、この回転速度検出センサ 5 の出力が変化する。この様にして回転速度検出センサ 5 の出力が変化する周波数は、上記車輪の回転数に比例する。従って、上記回転速度検出センサ 5 の出力を図示しない制御器に送れば、ABS や TCS を適切に制御できる。

#### 【0008】

即ち、上記回転速度検出センサ 5 の出力と、別途車体側に設けた加速度センサの出力とを

比較して、これら両センサの出力に整合性がない場合に、タイヤの外周面と路面との当接部に滑りが発生していると判断して、上記ABSやTCSを制御する。即ち、制動時に上記加速度センサが検出する車両の減速度に比べて回転速度検出センサ5の出力に基づいて求められる車輪の減速度が大きい場合には、上記滑りが発生していると判断して、ブレーキ装置のオイルシリンダ部分の油圧を制御し、車両が停止する以前に車輪の回転が止まる事を防止して、車両の走行姿勢の安定性を確保を図る。又、加速時には、上記回転速度検出センサ5の出力に基づいて求められる車輪の加速度に比べて、上記加速度センサにより求められる車両の加速度が小さい場合（或は、従動輪の加速度に比べて駆動輪の加速度が大きい場合）には、上記滑りが発生していると判断して、上記車輪に制動を加えたり、或はエンジンの出力を絞る（低下させる）事により、タイヤの外周面と路面との滑りを防止して、車両の走行姿勢の安定化を図る。

#### 【0009】

上述した様な従来から広く知られている回転速度検出装置付の車輪支持用転がり軸受ユニットによれば、制動時や加速時に於ける車両の走行姿勢の安定性を確保を図れるが、より厳しい条件でもこの安定性の確保を図る為には、車両の走行安定性に影響するより多くの情報を取り入れて、ブレーキやエンジンの制御を行なう事が必要になる。これに対して、従来の回転速度検出装置付転がり軸受ユニットを利用したABSやTCSの場合には、タイヤと路面との滑りを検知してブレーキやエンジンを制御する、所謂フィードバック制御を行なっている。この為、これらブレーキやエンジンの制御が一瞬とは言え遅れる為、厳しい条件下での性能向上の面からは改良が望まれる。即ち、従来構造の場合には、所謂フィードフォワード制御により、タイヤと路面との間に滑りが発生しない様にしたり、左右の車輪の制動力が極端に異なる所謂ブレーキの片効きを防止する事はできない。更には、トラック等で、積載状態が不良である事に基づいて走行安定性が不良になるのを防止する事もできない。

#### 【0010】

この様な事情に鑑みて、前記特開2001-21577号公報には、図26に示す様な、転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定自在とした構造が記載されている。この従来構造の第2例の場合には、外輪1の軸方向中間部で1対の外輪軌道6、6同士の間部分に、この外輪1を直径方向に貫通する取付孔23を、この外輪1の上端部にほぼ鉛直方向に形成している。そして、この取付孔23内に、円状（棒状）の変位センサ24を装着している。この変位センサ24の先端面（下端面）に設けた検出面は、ハブ2の軸方向中間部に外固定したセンサリング25の外周面に近接対向させている。そして、上記変位センサ24は、上記検出面と上記センサリング25の外周面との距離が変化した場合に、その変化量に対応した信号を出力する。

#### 【0011】

上述の様に構成する従来構造の第2例の場合には、上記変位センサ24の検出信号に基づいて、この変位センサ24を組み込んだ車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる荷重を求める事ができる。即ち、車両の懸架装置に支持した上記外輪1は、この車両の重量により下方に押されるのに対して、車輪を支持固定したハブ2は、そのままの位置に止まろうとする。この為、上記重量が嵩む程、上記外輪1やハブ2、並びに転動体10、10の弾性変形に基づいて、これら外輪1の中心とハブ2の中心とのずれが大きくなる。そして、この外輪1の上端部に設けた、上記変位センサ24の検出面と上記センサリング25の外周面との距離は、上記重量が嵩む程短くなる。そこで、上記変位センサ24の検出信号を制御器に送れば、予め実験等により求めた関係式等から、当該変位センサ24を組み込んだ車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる荷重を求める事ができる。この様にして求めた、各車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる荷重に基づいて、ABSを適正に制御する他、積載状態の不良を運転者に知らせる。

#### 【0012】

図26に示した従来構造の第2例の場合、車両の重量に基づいて鉛直方向に加わる荷重を測定できるが、例えば旋回走行時に遠心力等に基づいて加わるモーメント荷重を測定する

事はできない。この為、車両のあらゆる走行状態に応じて、安定走行の為に適切な制御を行なう為の信号を得る面からは改良が望まれる。この様な場合に使用可能な構造として、特開平10-73501号公報に記載された構造が知られている。この公報に記載された構造によれば、上記モーメント荷重を含め、車両の走行時に車輪に加わる各方向の荷重を測定できる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

上述した特開平10-73501号公報に記載された従来構造は、荷重測定の為に付加する部材が多く、しかも大型の部材を含む為、コスト並びに重量が嵩む事が避けられない。荷重測定装置を組み付ける部分は、懸架装置を構成するばねよりも車輪側であり、この荷重測定装置の構成部材は所謂ばね下荷重になり、少しの重量も乗り心地を中心とする走行性能の悪化に結びつく為、改良が望まれている。

【0014】

又、近年ABSやTCS、更には、エンジンの出力とブレーキとを制御する事により車両の横方向の安定性を確保するビークルスタビリティコントロールシステム(VSC)等を高度且つ適正に制御すべく、上記荷重測定装置の測定値と共に、車両の速度等も、より高精度に測定する事が求められている。しかも、この様な高精度化と共に、上記荷重測定装置や車両速度測定装置の低廉化も求められている。

本発明の荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットは、この様な事情に鑑みて発明したものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットは、車輪支持用転がり軸受ユニットと荷重測定装置とを備える。

このうちの車輪支持用転がり軸受ユニットは、使用状態で懸架装置に支持固定される静止側軌道輪と、使用状態で車輪を支持固定する回転側軌道輪と、これら静止側軌道輪と回転側軌道輪との互いに対向する周面に存在する静止側軌道と回転側軌道との間に設けられた複数個の転動体とを備えたものである。

又、上記荷重測定装置は、上記回転側軌道輪の回転中心と同心に設けられた円筒状のラジアル被検出面及びこの回転側軌道輪の回転中心に対し直角方向に設けられたスラスト被検出面と、上記静止側軌道輪に設けられた少なくとも1個の変位センサユニットとから成るものである。

そして、この変位センサユニットは、ラジアル検出部とスラスト検出部とを備え、このうちのラジアル検出部と上記ラジアル被検出面との距離、並びにスラスト検出部と上記スラスト被検出面との距離を測定自在なものとしている。

更には、上記変位センサユニットから測定される上記各距離と、予め求めた上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値とから、上記回転側軌道輪に加わる荷重を求める。

【0016】

【作用】

上述の様に構成する本発明の荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットによれば、回転側軌道輪のラジアル方向の変位だけでなくスラスト方向の変位も測定できる。そして、変位センサユニットが検出するこれら各方向の変位に基づいて、車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる、各方向の荷重を求める事ができる。しかも、これら各方向に加わる荷重を、車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を考慮しつつ求める為、この車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる各方向の荷重を高精度に求める事ができ、ABSやTCS、VSC等の制御を高度且つ適正に行なえる。

【0017】

【発明の実施の形態】

図1～4は、本発明の実施の形態の第1例を示している。尚、本例の特徴は、ハブ2に固

定した車輪（図示省略）に加わる荷重の方向及び大きさを求めて、ABSやTCS、VSC等を適正に制御できる構造を得る点にある。この為に本例の場合には、上記ハブ2に加わる荷重だけでなく、このハブ2の回転速度を検出自在としている。但し、この回転速度を検出する部分の構造及び作用に就いては、前述の図25～26に示した従来構造と同様であるから、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略し、以下、本発明の特徴部分を中心に説明する。

#### 【0018】

本例の場合には、複列の外輪軌道6、6の間に位置する、外輪1の軸方向中間部分の、円周方向等間隔4個所位置に取付孔23a、23aを、それぞれ上記外輪1の内外両周面同士を連通させる状態で形成している。本例の場合、上記4個の取付孔23a、23aのうち2個の取付孔23a、23aを鉛直方向に、残り2個の取付孔23a、23aを水平方向に、それぞれ形成している。そして、これら各取付孔23a、23a内に、それぞれ変位センサユニット26、26を挿入している。

#### 【0019】

これら各変位センサユニット26、26はそれぞれ、上記ハブ2のラジアル方向（径方向）の変位及びスラスト方向（軸方向）の変位を測定自在とするもので、それぞれが非接触式である、2個の変位測定素子27a、27bを有する。即ち、静電容量型の近接センサの如き、非接触式で微小変位量を測定自在な上記各変位測定素子27a、27bを、上記各変位センサユニット26、26を構成する合成樹脂製のホルダ28の先端面部分と先端部側面部分とに包埋支持している。上記各変位測定素子27a、27bのうち、上記ホルダ28の先端面部分に包埋支持された変位測定素子27aがラジアル検出部を構成し、先端部側面部分に包埋支持した変位測定素子27bがスラスト検出部を構成する。

#### 【0020】

一方、複列の内輪軌道9、9の間に位置する、上記ハブ2の中間部に、被検出リング29を外固定している。この被検出リング29は、金属板にプレス加工等の塑性加工を施す事により、断面し字形で全体を円環状としたもので、円筒部30と、この円筒部30の軸方向一端部（図1、3の右端部）から径方向外方に直角に折れ曲がった折れ曲がり部31とを備える。本例の場合、上記円筒部30の外周面をラジアル被検出面とし、上記折れ曲がり部31の片側面（図1、3の左側面）をスラスト被検出面としている。

#### 【0021】

この様な被検出リング29に対して上記各変位センサユニット26、26の変位側測定素子27a、27bの検出部を、それぞれ近接対向させている。即ち、上記ラジアル検出部を構成する変位測定素子27aを、上記ラジアル被検出面である上記円筒部30の外周面に近接対向させている。そして、上記変位測定素子27aにより、前記外輪1に対する上記ハブ2のラジアル方向（径方向）の変位を測定自在としている。又、上記スラスト検出部を構成する変位測定素子27bを、上記スラスト被検出面である折れ曲がり部31の片側面に近接対向させている。そして、上記変位測定素子27bにより、上記外輪1に対する上記ハブ2のスラスト方向（軸方向）の変位を測定自在としている。

#### 【0022】

本例の荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットの場合には、前述の様に上記4個の変位センサユニット26、26により、円周方向4個所位置に於いて、上記外輪1に対する上記ハブ2の、ラジアル方向及びスラスト方向の変位を測定する様に構成している。上記各変位センサユニット26、26が測定した、これら各変位センサユニット26、26毎に2種類ずつ合計8種類の検出信号は、それぞれハーネス32、32により取り出して、図示しない制御器に入力している。そして、この制御器が、上記各変位センサユニット26、26から送り込まれる検出信号に基づき、車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる、各方向の荷重を求める。

#### 【0023】

例えば、上記各車輪支持用転がり軸受ユニットに、車重等に基づく鉛直方向（下向き）の荷重が加わった場合には、鉛直方向に存在する2個の変位センサユニット26、26のう

ち、上側の変位センサユニット26で、上記ラジアル検出部を構成する変位測定素子27αと、上記ラジアル被検出面である上記円筒部30の外周面との距離が狭まり、下側の変位センサユニット26でこの距離が広がる。この際の距離の変化量は、上記荷重が大きくなる程大きくなる。水平方向（前後方向）に存在する2個の変位センサユニット26、26に関しては、この距離は変化しない。

【0024】

これに対して、何らかの原因で（例えば加速や制動に伴って）前記ハブ2に水平方向の荷重が加わった場合には、水平方向に存在する2個の変位センサユニット26、26のうち、荷重の作用方向前側の変位センサユニット26で、上記ラジアル検出部を構成する変位測定素子27αと、上記ラジアル被検出面である上記円筒部30の外周面との距離が縮まり、同じく作用方向後側の変位センサユニット26でこの距離が広がる。この際の距離の変化量も、上記荷重が大きくなる程大きくなる。鉛直方向に存在する2個の変位センサユニット26、26に関しては、この距離は変化しない。斜め方向の荷重によっては、総てのセンサユニット26、26に関しては、上記距離が変化する。

【0025】

従って、円周方向に関して等間隔に配置された4個の変位センサユニット26、26のラジアル検出部を構成する変位測定素子27α、27αの検出信号を比較すれば、ラジアル荷重の作用する方向とその大きさを知る事ができる。尚、上記各部の距離の変化量とラジアル荷重の大きさ及び作用方向は、予め計算式や多数の実験、或はコンピュータ解析により求めておく。特に、特に本例の場合には、後述する様に、車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を考慮して、上記各部の距離の変化量とラジアル荷重の大きさ及び作用方向との関係を求めておく。

【0026】

次に、旋回走行等により前記ハブ2に鉛直方向のモーメント荷重、即ち、図5にM×で示す方向のモーメント荷重M×が加わり、上記ハブ2の中心軸と前記外輪1の中心軸とが（鉛直方向に）不一致になった場合に就いて説明する。この場合には、上記各変位センサユニット26、26のスラスト検出部を構成する、前記変位測定素子27b、27bの検出信号に基づいて、上記モーメント荷重M×の方向及びその大きさを求める。例えば、旋回時に（旋回円の径方向に関して）外側の車輪を支持したハブ2には、遠心力により大きなモーメント荷重M×が、図4の時計方向に加わる。この結果、同図に誇張して示す様に、上記ハブ2の中心軸αが、上記外輪1の中心軸βに対し傾斜する。

【0027】

この状態では、鉛直方向に配置された1対の変位センサユニット26、26のうち、一方の変位センサユニット26に関するスラスト検出部とスラスト被検出面との距離が縮まり、他方の変位センサユニット26に関するスラスト検出部とスラスト被検出面との距離が広がる。例えば図4に示した例の場合には、上側の変位センサユニット26のスラスト検出部を構成する変位測定素子27bと、スラスト被検出面である前記折れ曲がり部31の片側面との距離が広がる。これに対して、下側の変位センサユニット26の変位測定素子27bと上記折れ曲がり部31の片側面との距離は縮まる。この場合に、これら各変位測定素子27b、27bと折れ曲がり部31の片側面との距離が変化する量は、上記モーメント荷重M×が大きくなる程大きくなる。

【0028】

又、モーメント荷重が水平方向に加わった場合、即ち、図5にM△で示す方向のモーメント荷重M△が加わり、上記ハブ2の中心軸と前記外輪1の中心軸とが（水平方向に）不一致になった場合には、水平方向に配置した2個の変位センサユニット26、26のスラスト検出部を構成する変位測定素子27b、27bと、スラスト被検出面である上記折れ曲がり部31の片側面との距離が変化する。

更に、モーメント荷重が斜め方向に加わった場合には、総て（4個）の変位センサユニット26、26のスラスト検出部を構成する変位測定素子27b、27bと、スラスト被検出面である上記折れ曲がり部31の片側面との距離が変化する。



## 【0029】

従って、円周方向に関して等間隔に配置された4個の変位センサユニット26、26のスラスト検出部を構成する上記各変位測定素子27b、27bの検出信号（必要に応じてラジアル検出部を構成する変位測定素子27a、27a）を比較すれば、モーメント荷重の作用する方向とその大きさを知る事ができる。尚、上記各部の距離の変化量とモーメント荷重の大きさとの関係、更には各変位センサユニット26、26の検出信号の差とモーメント荷重の作用方向との関係に関しても、予め計算式や多数の実験、或はコンピュータ解析により求めておく。

この場合にも、車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を考慮して、上記各部の距離の変化量とモーメント荷重の大きさ及び作用方向との関係を求めておく。

## 【0030】

更に、何らかの原因で前記ハブ2にスラスト荷重が加わった場合には、総ての変位センサユニット26、26に関して、スラスト検出部を構成する上記各変位測定素子27b、27bと、スラスト被検出面である上記折れ曲がり部31の片側面との距離が変化する。そして、この変化の方向（広がるか縮まるか）により上記スラスト荷重の方向が分かり、変化量でその大きさが分かる。

## 【0031】

尚、実際の走行時には、上記ハブ2に対して純ラジアル荷重、純モーメント荷重、或は純スラスト荷重が加わる事は稀であり、これら各荷重が混ざり合った状態、即ち、図5に示す様に各荷重F<sub>x</sub>、F<sub>y</sub>、F<sub>z</sub>、M<sub>x</sub>、M<sub>y</sub>、M<sub>z</sub>が混ざり合った状態で、タイヤ33及び車輪34を介して上記ハブ2に加わる。従って前記制御器は、上記各変位センサユニット26、26の各変位測定素子27a、27bから送られる、合計8種類の検出信号に基づいて、上記ハブ2に加わる荷重の種類、方向、大きさを求める。この様に、8種類の検出信号から荷重の種類、方向、大きさを求めるプログラムは、予め計算式や多数の実験、或はコンピュータシミュレーションにより決定して、上記制御器を構成するマイクロコンピュータ中にインストールしておく。

## 【0032】

尚、ラジアル方向の変位検出精度を向上させる為には、上記ラジアル検出部を構成する変位測定素子27aの測定部の中心を次の様に規制する事が好ましい。

即ち、前記ハブ2にモーメント荷重が加わった場合に、このハブ2の揺動変位の中心となる点Oでこのハブ2の中心軸に直交する仮想平面X上、又はこの仮想平面Xを基準として軸方向に関するずれが1～2mm以内の部分に、上記測定部を位置させる。この理由は、上記ラジアル検出部の検出値に、上記モーメント荷重に基づく変位が影響しにくくして、各方向の荷重を求め易くする為である。但し、上記変位測定素子27aの測定部の中心が上記仮想平面Xから2mm以上ずれても、制御器にインストールするソフトウェアにより変位量を計算する事は可能であるから、上記変位測定素子27aの測定部の中心位置は適宜決定できる。又、スラスト方向の検出精度を向上させる為には、スラスト被検出面を構成する上記折れ曲がり部31の片側面を、上記仮想平面X上、又はこの仮想平面Xを基準として軸方向に関するずれが1～2mm以内の部分に位置させる事が好ましい。

## 【0033】

又、上記各変位センサユニット26、26の各変位測定素子27a、27bで測定される上記各距離と、上記車輪支持用転がり軸受ユニットを構成する上記ハブ2に加わる各方向の荷重との関係は、この転がり軸受ユニットに付与される予圧の値によって異なってくる。具体的には、この予圧の値が大きいと、上記車輪支持用転がり軸受ユニットの剛性が増大する結果、上記ハブ2に加わる各方向の荷重に対して、上記各変位測定素子27a、27bで測定される上記各距離が小さくなる傾向となる。一方、上記予圧の値が小さいと、上記車輪支持用転がり軸受ユニットの剛性が低下する結果、上記ハブ2に加わる各方向の荷重に対して、上記各変位測定素子27a、27bで測定される上記各距離が大きくなる傾向となる。

## 【0034】



この為、本例の場合には、上記ハブ 2 に加わる各方向の荷重  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $M_x$ 、 $M_y$ 、 $M_z$  (図 5) を、上記各変位測定素子 27a、27b で測定される上記各距離だけでなく、予め求めた上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値も考慮して(予圧の値に依り補正して)求める様にしている。即ち、上述の様に本例の場合には、上記ハブ 2 に加わる荷重の種類、方向、大きさを求める為の上記制御器に組み込むプログラムを、予め求めた計算式や多数の実験、或はコンピュータシミュレーションにより決定する。

#### 【0035】

そこで、この様にプログラムを決定する際に、上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与される予圧の値毎に、上記ハブ 2 に加わる荷重の種類、方向、大きさと、上記各変位測定素子 27a、27b で測定される上記各距離との関係を、同じく計算式や多数の実験、或はコンピュータシミュレーション等により求め、上記プログラムに反映させる。又、これと共に、上記制御器を構成するメモリに、当該車輪支持用転がり軸受ユニットの予圧の値を、上記荷重を求める際の補正データとして入力自在(記憶自在)とする。そして、運転時に上記各変位測定素子 27a、27b で測定される上記各距離から上記荷重を、上記制御器に入力した予圧の値に依りて補正した状態で測定自在とする。尚、上記各変位測定素子 27a、27b に対する前記被検出リング 29 の変位誤差を補正すべく、この被検出リング 29 を取り付けたハブ 2 を 1 回転又は複数回回転させ、上記各変位測定素子 27a、27b と被検出リング 29 との変位誤差を上記メモリに記憶させる事も好ましい。上記被検出リング 29 を複数回回転させて上記変位誤差を求める場合には、平均値を上記メモリに記憶させる。

#### 【0036】

又、上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値は、従来から知られている各種方法により求める。例えば、この車輪支持用転がり軸受ユニットの回転トルクを測定する事や、固有振動数を測定する事、或は、前記内輪 8 を軸方向に変位不能に固定する為のナット 7 の締め付け量を規制する事等により、予圧の値を求める(知る)。そして、この様に求めた予圧の値を、上記車輪支持用転がり軸受ユニットの製造工場や自動車組立工場で、上記制御器のメモリに入力する。尚、上記車輪支持用転がり軸受ユニットの予圧の値をこの転がり軸受ユニットの製造工場で測定し、上記自動車組立工場等で上記制御器に入力する場合には、上記製造工場で予圧の値をバーコード化して、上記各転がり軸受ユニットにその値を添付しておく。この様に予圧の値をバーコード化して添付しておけば、上記自動車組立工場等でこの値(予圧データ)の入力を容易に行なえる。

#### 【0037】

又、上記車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を、上記自動車組立工場を求める事もできる。即ち、上記車輪支持用転がり軸受ユニットを自動車に組み付けた状態で、この転がり軸受ユニットの予圧を測定しても良い。具体的には、この車輪支持用転がり軸受ユニットを自動車に組み付けた状態で、この転がり軸受ユニットを構成する前記ハブ 2 に軸方向の荷重を加え、この荷重の値とこのハブ 2 の(軸方向)変位量との関係から上記転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を求めても良い。この様に予圧の値を求める場合には、自動車の車体を浮かせて上記車輪支持用転がり軸受ユニットに車重(車体の重量)が加わらない状態で求める事も可能であるし、上記車体を浮かせずに上記転がり軸受ユニットに車重が加わった状態で、この車重を考慮して求める事も可能である。

#### 【0038】

尚、以上の説明は、車輪支持用転がり軸受ユニットに加わる各方向の荷重の作用方向と大きさを求める為、円周方向等間隔 4 個所位置に変位センサユニット 26、26 を設置した場合に就いて示した。上記荷重の作用方向と大きさを高精度で求める為には、上述の様に 4 個の変位センサユニット 26、26 を設ける事が最も好ましい。但し、これら各変位センサユニット 26、26 の数を少なくする事により、部品点数の低減等に基づくコスト低減を図る事もできる。例えば、図 6 に示す実施の形態の第 2 例の様に、上端(或は下端)位置と水平方向片側位置との様に、円周方向に関する位相が 90 度ずれた 2 個所位置

に変位センサユニット 26、26 を設けた場合でも、上記荷重の作用方向と大きさを求める事は可能である。更に、図 7 に示す実施の形態の第 3 例の様に、鉛直方向（或は水平方向）から 45 度ずれた 1 個所位置に変位センサユニット 26 を設けた場合でも、上記荷重の作用方向と大きさを求める事は可能である。

#### 【0039】

尚、モーメント荷重が加わった場合に、ラジアル方向の変位とスラスト方向の変位とを独立して検出できない為、変位センサユニットのラジアル検出部の検出信号とスラスト検出部の検出信号との処理が多少面倒になるが、図 8～10 に示す様な構造を採用すれば、転がり軸受ユニットへの変位センサユニットの取付作業を容易にできる。即ち、この図 8～10 に示す、本発明の実施の形態の第 4 例の構造の場合には、ハブ 2 の中間部に、回転速度検出の為のセンサロータ 3a を外 固定している。そして、外輪 1 の軸方向中間部で円周方向 1 個所位置に形成した取付孔 23b に、回転速度センサ 5a を挿入し、この回転速度検出センサ 5a の検出面を、上記センサロータ 3a の外周面に近接対向させている。

#### 【0040】

一方、上記ハブ 2 の内端部に外 固定した内輪 8 の内端部に、上記ラジアル方向及びスラスト方向の変位を検出する為の被検出リング 29a の基端部（図 8～9 の左端部）を外 固定している。この被検出リング 29a の形状は前述の図 1 に示した実施の形態の第 1 例に組み込んだセンサロータ 3 と同様であるが、透孔 17 は設けていない。又、上記外輪 1 の内端開口部を塞いだカバー 4 に、変位センサユニット 26a を保持固定している。そして、この変位センサユニット 26a の円周方向 4 個所位置にそれぞれ支持した変位測定素子 27a、27b の検出面を、上記被検出リング 29a の内周面或は内側面に、ラジアル方向或はスラスト方向に近接対向させている。

#### 【0041】

上述の様な本例の構造の場合には、上記外輪 1 に設ける取付孔 23b が 1 個で済む為、この取付孔 23b の形成作業が容易になってコスト低減を図れる他、上記外輪 1 の肉厚を特に大きくしなくても、この外輪 1 の強度確保を図れる。又、各方向の荷重によって上記外輪 1 と上記ハブ 2 とが変位した場合には、上記各変位測定素子 27a、27b と上記被検出リング 29a の内周面或は内側面との距離が変化するので、この変化の大きさと変化の方向とにより、上記荷重の方向と大きさを求める事ができる。

#### 【0042】

尚、上述した実施の形態の各例で、ラジアル方向或はスラスト方向の変位を検出する為の変位測定素子 27a、27b は、従来から知られている各種構造のものを使用できる。例えば、図 11 に示す様な磁気誘導式のもの、或は、図 12 に示す様な渦電流式のものが、好ましく利用できる。このうち、図 11 に示した磁気誘導式のものを使用する場合には、被検出リング 29、29a の材質は、鋼等の磁性材とする。そして、鉄芯 35 に巻回した第一のコイル 36 に励磁電流を流す事により、この鉄芯 35 に巻回した第二のコイル 37 に、この鉄芯 35 と上記被検出リング 29、29a との距離に応じた測定値信号を流す。又、図 12 に示した渦電流式のものを使用する場合には、被検出リング 29、29a の材質として鋼等の磁性材でも良いが、好ましくは、アルミニウム、銅、黄銅、亜鉛等の、非磁性金属とする。そして、フェライト芯 38 に巻回したコイル 39 に励磁電流を流し、このフェライト芯 38 と上記被検出リング 29、29a との距離に応じて変化する上記コイル 39 のインピーダンスを検出する。

#### 【0043】

尚、この様にコイル 39 のインピーダンスを検出する為に、このインピーダンスの変化を電圧又は周波数変化に変換する。この様な電圧又は周波数変化に変換する方法として、発振法や同調法、ブリッジ法、正帰還法が知られている。例えばこのうちのブリッジ法は、図 13 に示す様に、検出コイルである上記コイル 39 と、基準コイル 40 と、抵抗 41、41 と水晶発振器 42 とによりブリッジ回路 43 を構成し、このブリッジ回路 43 の不平衡電圧を計測する事により、上記距離に応じて変化する上記インピーダンスの変化を検出する。又、この様な渦電流式のものを使用する場合、上述の様に被検出リング 29、29

$\alpha$ の材質を、アルミニウム、銅、黄銅、亜鉛等の、非磁性金属とする他、銅等の磁性材も使用可能である。要は、所望の性能やコスト等に応じて最適のものを選択する。

#### 【0044】

又、上述の様な渦電流式の場合、例えば40000回/8でサンプリングを行なえ、且つ、0.4 $\mu$ mの分解能を有し、測定可能距離が0~2mm程度のものが、一般に市販されている。本発明の場合、ラジアル方向或はスラスト方向の変位を図る為の変位測定素子27a、27bと被検出リング29、29aとの距離を、0.5、~1.5mm程度とする為、上記市販されているものをそのまま使用できる。

#### 【0045】

又、軸方向に隣り合う上記変位測定素子27a、27bにこの様な渦電流式のものを使用する場合、これら各変位測定素子27a、27b同士が互いの渦電流の影響を受ける事により、測定誤差が生じる可能性がある。この様な渦電流の影響を避ける為に、図14に示す様に、被検出リング29aの一部で上記各変位測定素子27a、27bと近接対向する部分の間部分、即ち、この被検出リング29aのラジアル被検出面とスラスト被検出面との間部分に、全周に互り絶縁材44を設ける。そして、これら被検出面同士を絶縁する事により、上記各変位測定素子27a、27b同士が互いの渦電流の影響を受ける事を防止する。

#### 【0046】

尚、この様な渦電流の影響を防止する為に、上記各変位測定素子27a、27bに流れる電流をスイッチングにより切り換えて測定しても良い。即ち、軸方向に隣り合う上記変位測定素子27a、27bのうちの何れか一方の変位測定素子27a(27b)が測定を行なう際は、他方の変位測定素子27b(27a)が測定を行なわない様に(渦電流が発生しない様に)、これら各変位測定素子27a(27b)を流れる電流を交互に切り換えて使用しても良い。更には、円周方向4箇所位置にそれぞれ設けられた上記各変位測定素子27a、27b同士が、上下左右各方向に生じる渦電流による影響を受ける事を防止すべく、それぞれの位置の変位測定素子27a、27b毎にスイッチングを行ない、これら各変位測定素子27a、27bを流れる電流を交互に切り換えて測定しても良い。

#### 【0047】

又、上記被検出リング29aに惹起される渦電流が、この被検出リング29aを固定した内輪8に、この被検出リング29aを通じて放出(電播)するのを防止する為に、この被検出リング29aを前記非磁性金属とすると共に、上記内輪8を磁性金属である鋼製としたり、或は、この内輪8に上記被検出リング29aを、絶縁材44aを介して固定したりしても良い。更には、上記内輪8や上記被検出リング29aの表面に、絶縁処理を施しても良い。

#### 【0048】

又、前述の図5に示す様に、車輪支持用転がり軸受ユニットを構成するハブ2(図1、8)には、各荷重 $F_X$ 、 $F_Y$ 、 $F_Z$ 、 $M_X$ 、 $M_Y$ 、 $M_Z$ が混ざり合った状態で加わる。そこで本例の場合には、これら各荷重 $F_X$ 、 $F_Y$ 、 $F_Z$ 、 $M_X$ 、 $M_Y$ 、 $M_Z$ のうちの、上記ハブ2に加わる回転軸(Y軸)回りのモーメント荷重 $M_Y$ を、このハブ2に加わる水平方向の荷重 $F_X$ と、車輪34に固定されたタイヤ33の半径 $R$ とから求める。即ち、上記ハブ2に加わる上記回転軸回りのモーメント荷重 $M_Y$ を、上記水平方向の荷重 $F_X$ と上記タイヤ33の半径 $R$ との積( $M_Y = R \cdot F_X$ )として求める事ができる。

#### 【0049】

尚、上記タイヤ33の半径 $R$ は、このタイヤ33を固定した上記車輪34の回転速度(=ハブ2の回転速度)と、車両の速度(車速)とから求められる。即ち、この車輪34の回転速度(回転数)を $N[\text{min}^{-1}]$ とし、車両の速度を $V[\text{km/h}]$ とした場合に、 $V = 120\pi \cdot R \cdot n$ で表わされる。本例の場合は、このうちの回転速度 $N$ を回転速度検出センサ5、5a(図1、8)で検出すると共に、上記車速 $V$ を次の様にして測定する。即ち、この車速 $V$ は、図15に模式的に示す様に、車両45の進行方向前側部の下方に設けた画像センサ46により、この画像センサ46の検出面に対向する路面47を一定間

隔で撮影し、この画像センサ46から得られる路面47の画像の差から算出する。

【0050】

従来は、上記車両の速度を測定する場合、特開昭63-64861号公報、同63-170157号公報等に記載された様な、ドップラー効果を利用した速度検出装置を使用していた。即ち、車両から照射した超音波やレーザー光の波動がこの車両の速度分だけ速く（遅く）なる現象（ドップラー効果）を利用した速度検出装置により、上記車両の速度を測定していた。これに対して本例の場合には、この車両の速度を、上記画像センサ46により測定する。具体的には、コンピュータの入力装置として利用されている、光学式マウスの技術を流用する。

【0051】

即ち、特開平2000-97639号公報や米国特許第6281882号明細書には、画像センサにより一定間隔で得られる対象物の画像を比較する（画像のずれを解析する）事により、この対象物の変位を測定する、変位測定装置の発明が記載されている。そして、この様な技術を用いた製品として、コンピュータ入力用マウスに組み込み、このマウスの縦方向及び横方向の変位量を測定する（変位量をデジタル信号に変換自在の）、光学式マウス用の変位測定装置が実際に販売されている。このマウス用の変位測定装置の場合、図16に示す様に、発光ダイオード（LED）53から（赤外）レーザー光をレンズ54を通して対象面であるマウスパット等（本例の場合は路面47）に向けて照射し、そのレーザー光の反射をレンズ55を通して画像センサ46で取り込む。そして、この画像センサ46で取り込まれる、毎秒2300フレームの画像を比較する事により、上記マウス（本例の場合は車両45）の変位を測定する。

【0052】

尚、この様なマウス用の変位測定装置の場合、1フレームの画像が22×22ドット（縦×横）の画素から成り、1インチ800ドットの解像度、即ち1ドット当たり0.03175mm程度の解像度を有する。本例の様に車両45の速度を求める場合、路面47の模様が大きい事を考慮すると、上記1ドット当たり0.03175mm程度の解像度は必ずしも必要としない。そこで、本例の場合には、上記路面47と画像センサ46との間に設けるレンズの焦点を変える事により、上記解像度を3～4mm程度とする。この様に構成すれば、上記マウス用の変位測定装置を車両45の速度測定装置としてそのまま流用した場合でも、この車両45の速度を200Km/h程度まで測定する事ができる。

【0053】

又、この様にして車両45の速度を測定する場合、走行中に上記画像センサ46と路面47との距離が変化する。この為、この画像センサ46に取り込まれる上記路面47の画像の大きさが、この距離に応じて変化する事が避けられない。即ち、上記画像センサ46と路面47との距離が近付くと、この画像センサ46により取り込まれる上記路面47の画像が大きくなり、上記距離が遠ざかると、この路面47の画像が小さくなる。この為、上記画像センサ46と路面47との距離に応じて、この画像センサ46で取り込まれる上記路面47の画像の大きさを補正（常に同じ大きさの路面47の画像を比較できる様に）する必要がある。

この為、本例の場合には、上記画像センサ46と路面47との距離を測定する距離測定センサ48を設け、この距離測定センサ48により測定される上記距離に応じて、上記画像センサ46で取り込まれる路面47の画像の大きさを補正する。

【0054】

この様な距離測定センサ48としては、例えば特開平8-122056号公報等に記載された様な、三角測量方式による光学式測距センサ（距離測定センサ）が使用可能である。即ち、発光ダイオード等の発光部から（赤外）レーザー光を対象面（路面47）に向けて照射すると共に、このレーザー光の反射を受光部で取り込み、このレーザー光の出射角度と入射角度、並びに上記発光部と受光部との距離とから、上記距離測定センサと対象面との距離を求める。この様な技術を用いた距離測定センサの場合、複写機で原稿用紙の大きさを測定する為の用紙検出センサとして安価に使用されている。又、本例の様に画像センサ46

と路面 47 との距離を測定する場合に必要とされる、0.2 ～ 1.5 m 程度の距離を高精度に測定できるものも、一般に市販されている。

#### 【0055】

従って、この様な距離測定センサにより上記画像センサ 46 と路面 47 との距離を測定すれば、上記マウス用の変位測定装置と共に上記車両 45 の速度測定装置を安価に構成できる。又、この場合に、上記マウス用の変位測定装置と上記距離測定装置との発光部（発光ダイオード）を共用できる為、上記速度測定装置の寸法が嵩む事も防止できる。尚、この様な速度測定装置を車両 45 に取り付ける場合、図 17 に示す様な筒状の保護カバー 49 をこの速度測定装置の各検出部に設け、運転時に泥や雨水等の異物がこれら各検出部に付着する事を防止する。又、この速度測定装置の車両への取付位置は、前述の図 15 に示す様な車両 45 の進行方向前側部分に限られず、この車両 45 の中間部や同じく後側部分に取り付ける事も可能である。

#### 【0056】

尚、本例の場合には、前述の様に、上述の様な速度測定装置で測定される車両 45 の速度（車速）と、前記回転速度検出センサ 5、5a（図 1、8）で測定される車輪 34 の回転速度（＝ハブ 2 の回転速度）とから、この車輪 34 に固定されたタイヤ 33 の半径 R（図 5）を求める。この為、雪道や悪路等でタイヤ 33 がスピン（空転）或はロック（固定）すると、上記回転速度検出センサ 5、5a で測定される車輪 34 の回転速度が上記車速に比べて極端に増減し、これに伴って上記タイヤ 33 の半径 R の値も極端に変化（増減）する。この様な場合には、このタイヤ 33 の半径 R とこのタイヤ 33 に加わる前記水平方向の荷重  $F \times$  との値から、前記車輪支持用軸がり軸受ユニットを構成するハブ 2 に加わる、回転軸（ $\gamma$  軸）回りのモーメント荷重  $M \gamma$ （ $M \gamma = R \cdot F \times$ ）を正確に求められなくなる。

#### 【0057】

但し、上述の様なタイヤ 33 の半径 R の値の極端な変化は、このタイヤ 33 がパースト（急激に破損、破裂）する場合を除いて生じにくい。この為、この様にタイヤ 33 の半径 R の値が極端に変化する場合には、前述した各変位測定素子 27a、27b により求められる、上記ハブ 2 に加わる荷重の種類、方向、大きさに基づいて、上記タイヤ 33 がスピン、ロック或はパーストしたかを判断する。

そして、このタイヤ 33 がスピン、ロックしたと判断される場合には、前記制御器のメモリに予め保存しておいた（記憶させておいた）タイヤ 33 の半径 R の値から、上記モーメント荷重  $M \gamma$ （ $M \gamma = R \cdot F \times$ ）を求める。尚、この様に制御器のメモリに保存するタイヤ 33 の半径 R の値は、所定間隔で補正する（測定し直す）事が好ましい。（タイヤ 33 の空気が漏れたり積載重量が大きく変わらない限り殆どその値は変わらないが、）この様に所定間隔でタイヤ 33 の半径 R の値を補正する事により、上記メモリに保存された値と実際の値とが大きく異なる事を防止する。

#### 【0058】

又、上述の様に求められるタイヤ 33 の半径 R と、前述した各変位測定素子 27a、27b により求められる上記ハブ 2 に加わる荷重の種類、方向、大きさに基づいて、上記タイヤ 33 の空気圧の減少量や変形量を推定する事もできる。

例えば、上記タイヤ 33 の半径 R の値と上記ハブ 2 に加わる鉛直方向の荷重  $F \gamma$ （図 5 参照）とから、或は上記メモリに保存されたタイヤ 33 の半径 R の値と実際の測定値との差により、上記タイヤ 33 の空気が漏れた（減少した）か否かを判断できる。そして、このタイヤ 33 の空気圧が減少したと判断される場合には、運転者にその旨を知らせ、このタイヤ 33 に空気の補給をする事を促す。この結果、空気圧が減少した状態で走行する事を防止でき、車両 45 の走行が不安定になったり、高速走行時に上記タイヤ 33 が波打って（スタンディングウエーブが生じて）パーストし易くなる事を防止できる。又、上記タイヤ 33 の半径 R の減少量や変形量が急激な場合には、運転者に危険である旨を警報音等により知らせ、走行停止や空気の補給、更にはタイヤ 33 の交換等を促す。

#### 【0059】

上述の様な本例の場合には、前述の様に車輪支持用転がり軸受ユニットを構成するハブ2に加わる荷重の種類、方向、大きさを、この車輪支持用転がり軸受ユニットに付与された予圧の値を考慮してより高精度で求められる。又、これと共に、車両45の速度やタイヤ33の半径Rを、測定装置のコストが嵩むことなくより高精度に求められる。この為、ABSやTCS、VSC等の制御を高度且つ適正に行なえる。

#### 【0060】

例えば、雑誌「自動車技術」(Vol. 54, No. 6, 2000)の「自動車技術基礎講座-第15回」には、ABS、TCS、VSCの技術が記載されている。そして、このうちのABSに就いては、所定のスリップ率 $\{(\text{車速}-\text{車輪の回転速度})/\text{車速}\}$ となる様にブレーキ圧を制御する事により、タイヤのロックを防止しつつ車両を減速させる技術が記載されている。本例の場合、前述の様に車両45の速度や車輪44の回転速度を高精度に測定できる為、上記スリップ率を正確に得られる。又、これと共に、車両の減速時に制動力として得られる、上記ハブ2に加わる水平方向の荷重 $F_x$ (図5)も高精度に求められる為、上記スリップ率を所定の値とする為の上記ブレーキ圧の制御を、高度且つ適正に行なう事ができる。又、上記TCS、VSCの制御を行なう場合にも、ハブ2に加わる各種荷重 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $M_x$ 、 $M_y$ 、 $M_z$ (図5)を本例の様に高精度に求める事ができれば、より高次元で車両制御を行なう事ができる。

#### 【0061】

又、特開平3-220056号公報には、タイヤと路面との摩擦力を検出し、その摩擦力が増大する間にブレーキ圧を上昇させる事により、このタイヤのロックを防止しつつ車両を減速させる、アンチロックブレーキ装置の発明が記載されている。図18に示す様に、タイヤ33と路面47との摩擦力 $\mu$ は、その反力として上記ハブ2に、水平方向の荷重 $F_x$ として加わる。従って、この荷重 $F_x$ を高精度に求められる本例の場合には、上述の様な車両制御をより高次元で行なう事ができる。

#### 【0062】

又、特開平11-255091号公報には、荷重センサから得られる各方向の荷重から、ニューラルネットワーク(人工知能)のアルゴリズムを用いて最適な制御を行なう、ABS装置の発明が記載されている。この公報に記載された発明の場合にも、本例の様にハブ2に加わる各荷重を高精度に求められるれば、より高次元の制御を行なえる。

#### 【0063】

次に、図19~20は、本発明の実施の形態の第5例を示している。本例の場合は、ラジアル方向並びにスラスト方向の変位を検出する為の各変位測定素子27a、27bのうちの、ラジアル方向の変位を検出する変位測定素子27aにより、このラジアル方向の変位と共に回転速度も検出自在としている。即ち、本例の場合は、被検出リング29bを構成する被検出用円筒部50の一部で上記ラジアル方向の変位を検出する変位測定素子27aに近接対向する部分に、除肉部として機能する多数の透孔51、51を、円周方向に関して等間隔に形成している。これら各透孔51、51は、軸方向に長いスリット状である。又、円周方向に隣り合うこれら各透孔51、51同士の間部分は、充実部として機能する柱部としている。

#### 【0064】

この様な透孔51、51を有する上記被検出リング29bが回転すると、上記変位測定素子27aの(波形成形処理後の)出力は、図21の実線 $\alpha$ に示す様に变化する。即ち、上記被検出用円筒部50の各透孔51、51と上記変位測定素子27aとが対向する際に、この変位測定素子27aの出力が低下し、同じく上記各透孔51、51同士の間部分である各柱部と対向する際に、上記変位測定素子27aの出力が増大する。この様な変位測定素子27aの出力が変化する周波数は、車輪の回転速度に比例する為、出力信号を上記ハーネスを通じて図示しない制御器に入力すれば、上記車輪の回転速度を求める事ができる。又、上記ラジアル方向の変位を検出する変位測定素子27aと上記被検出リング29bの内周面との距離は、上記被検出用円筒部50のうちの上記各透孔51、51同士の間部分である各柱部と上記変位測定素子27aとが対向した際の、この変位測定素子27aの



出力の大きさを求める事ができる。

【0065】

上述の様に構成する本例の場合には、外輪1に回転速度検出センサ5a（図8参照）を取り付ける為の取付孔23bを設ける必要がない。この為、この外輪1の加工作業が容易になってコスト低減を図れる他、この外輪1の肉厚を特に大きくしなくても、この外輪1の強度確保を図れる。しかも、上記外輪1に設けた回転速度検出センサ5aと制御器との間のハーネスも省略できる為、ハーネスの取り回しも容易になって、荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットを懸架装置に組み付ける作業の容易化を図れる。その他の部分の構成及び作用は、前述した第4例の場合と同様である。

【0066】

次に、図22～23は、本発明の実施の形態の第6例を示している。本例の場合は、外輪1に対するハブ2のラジアル方向及びスラスト方向の変位を測定する変位センサユニット26b内に、上記ハブ2の回転速度を測定する回転速度検出センサ5bを設けている。即ち、上記外輪1の内端開口部を塞いだカバー4に固定した、合成樹脂中に変位測定素子27a、27bを包埋して成る上記変位センサユニット26b内に、上記回転速度検出センサ5bを構成する回転速度検出素子52も包埋支持している。

【0067】

この回転速度検出素子52は、図22に示す様に、上記変位センサユニット26b内で、上記各変位測定素子27a、27bから軸方向に外れた部分、若しくは、図23に示す様に、円周方向に隣り合う変位測定素子27a、27b同士の間部分に位置させる。この様な回転速度検出素子52としては、上記各変位測定素子27a、27bと同様に、各種構造のものを使用できるが、本例の場合は、上記変位測定素子27a、27bと同様の渦電流式のものとしている。一方、被検出リング29cを構成する被検出用円筒部50の軸方向内端寄り部分で、上記回転速度検出素子52と近接対向する部分に多数の透孔51を、円周方向に関して等間隔に形成している。そして、前述した実施の形態の第5例の場合と同様に、上記回転速度検出素子52の出力の変化から、回転速度を検出する。

【0068】

尚、上記被検出リング29cとして鋼板等の磁性金属板のものを使用する場合には、上記回転速度検出素子52として、ホール素子、MR素子等の通過磁束量に応じて特性を変化させる磁気検出素子を使用する事もできる。この様な磁気検出素子を使用する場合には、被検出リング29cを構成する被検出用円筒部50の軸方向内端寄り部分で、上記回転速度検出素子52と近接対向する部分の磁気特性を、円周方向に関して交互に（一般的には等間隔に）変化させる。

【0069】

この様に円周方向に関して磁気特性を交互に変化させる為には、円周方向に互に多数の除肉部と充実部とを交互に形成したり、或はS極とN極とを交互に配置した永久磁石を添着したりする。前者の場合には、上記被検出リング29cを構成する被検出用円筒部50の軸方向内端寄り部分で上記回転速度検出素子52と近接対向する部分に多数の透孔51を、円周方向に関して等間隔に形成する。この場合には、前記回転速度検出センサ5bに、上記被検出リング29cの径方向に着磁した永久磁石を組み込む。或は、この様な透孔51を形成する事に代えて、上記被検出用円筒部50の軸方向内端寄り部分の内周面に、S極とN極とを円周方向に関して交互に且つ等間隔で配置した（着磁した）永久磁石を添着する。

この場合には、上記回転速度検出センサ5b側の永久磁石は不要である。

【0070】

上述の様な、磁気特性を円周方向に互って交互に且つ等間隔で変化させた被検出リング29cが回転すると、上記磁気検出素子である回転速度検出素子52の近傍部分を、上記透孔51とこれら各透孔51同士の間存在する柱部とが、或はS極とN極とが、交互に通過する。この結果、上記回転速度検出素子52内を流れる磁束量（或は磁束の方向）が変化し、この回転速度検出素子52を組み込んだ上記回転速度検出センサ5bの出力が変化



する。この出力が変化する周波数は、車輪の回転速度に比例する為、出力信号を上記ハーネスを通じて制御器に入力すれば、上記車輪の回転速度を求める事ができる。その他の部分の構成及び作用は、前述した第5例の場合と同様である。

#### 【0071】

次に、図24は、本発明の実施の形態の第7例を示している。前述した実施の形態の各例は何れも、各転動体10、10よりも径方向に関して外側に存在する外輪1（例えば図1参照）を、使用状態で懸架装置に支持固定される静止側軌道輪とすると共に、同じく径方向に関して内側に存在するハブ2（例えば図1参照）を、使用状態で車輪を支持固定する回転側軌道輪としている。これに対して本例の場合には、使用状態で図示しない支持軸に外固定する、静止側軌道輪である1対の内輪8、8の径方向外側に、使用状態で車輪を支持固定するハブ2aを、複数個の転動体10、10を介して回転自在に支持している。

#### 【0072】

又、上記1対の内輪8、8のうちの軸方向内側に位置する内輪8の内端部外周面に、合成樹脂中に変位測定素子27a、27bを包埋して成る変位センサユニット26cを支持している。そして、上記各変位測定素子27a、27bのうちの、ラジアル方向の変位を検出する為の変位測定素子27aを、上記ハブ2aの内端部外周面に（被検出リングを介さないで）直接近接対向させると共に、同じくスラスト方向の変位を検出する為の変位測定素子27bを、上記ハブ2aの内端面に（被検出リングを介さないで）直接近接対向させている。その他の部分の構成及び作用は、前述した第6例の場合と同様である。

#### 【0073】

##### 【発明の効果】

本発明の荷重測定装置付車輪支持用転がり軸受ユニットは、以上に述べた通り構成され作用する為、走行時に車輪に加わる荷重の方向及び大きさを測定できて、車両の走行安定性を損なう要因を予め検出し、これに対応する事を可能にでき、車両の安全運行に寄与できる。又、構成部品が少なく、しかも重量の嵩む構成部品を使用する必要がない為、ばね下荷重を抑えて、乗り心地を中心とする走行性能を強化させる事なく、上記測定を高精度に行なえる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の第1例を示す断面図。

【図2】変位センサユニットの設置状態を、一部を省略して示す、図1の略A-A断面図

【図3】ラジアル、スラスト両検出部と上記ラジアル、スラスト両被検出面との対向状態を示す、図1のB部に相当する図。

【図4】モーメント荷重に基づいてハブの回転中心が傾斜した状態を誇張して示す断面図

【図5】タイヤ及び車輪を介してハブに加わる荷重を模式的に示す斜視図。

【図6】本発明の実施の形態の第2例を示す、図2と同様の断面図。

【図7】同第3例を示す、図2と同様の断面図。

【図8】同第4例を示す断面図。

【図9】図8のC部拡大図。

【図10】被検出リングと変位センサユニットの変位測定素子とを取り出して図8の右方から見た図。

【図11】磁気誘導式の変位測定素子の原理を示す斜視図。

【図12】渦電流式の変位測定素子の原理を示す斜視図。

【図13】渦電流式の変位測定素子を構成するコイルのインピーダンスを変換する回路（ブリッジ法）を示す図。

【図14】本発明の実施の形態の第4例の変形例を示す、図9と同様の断面図。

【図15】車両の速度測定装置の取付状態を示す模式図。

【図16】車両の速度測定装置の構造を説明する為の模式図。

【図17】車両の速度測定装置のセンサに取り付ける保護カバーを示す斜視図。

【図 18】タイヤを介して車輪に加わる水平方向（進行方向）の荷重を模式的に示す側面図。

【図 19】本発明の実施の形態の第 5 例を示す断面図。

【図 20】図 18 の D 部拡大図。

【図 21】変位測定素子の出力変化を示す線図。

【図 22】本発明の実施の形態の第 6 例を示す部分断面図。

【図 23】変位センサユニットの設置状態を、一部を省略して示す、図 10 と同様の図。

【図 24】本発明の実施の形態の第 7 例を示す半部断面図。

【図 25】従来構造の第 1 例を示す断面図。

【図 26】同第 2 例を示す断面図。

10

# 【符号の説明】

- 1 外輪
- 2、2a ハブ
- 3、3a センサロータ
- 4 カバー
- 5、5a、5b 回転速度検出センサ
- 6 外輪軌道
- 7 ナット
- 8 内輪
- 9 内輪軌道
- 10 転動体
- 11 保持器
- 12 フランジ
- 13 取付部
- 14 シールリング
- 15 被検出用円筒部
- 16 支持用円筒部
- 17 透孔
- 18 合筒部
- 19 塞ぎ板部
- 20 通孔
- 21 コネクタ
- 22 スタッド
- 23、23a、23b 取付孔
- 24 変位センサ
- 25 センサリング
- 26、26a、26b、26c 変位センサユニット
- 27a、27b 変位測定素子
- 28 ホルダ
- 29、29a、29b 被検出リング
- 30 円筒部
- 31 折れ曲がり部
- 32 ハーネス
- 33 タイヤ
- 34 車輪
- 35 鉄芯
- 36 第一のコイル
- 37 第二のコイル
- 38 フェライト芯
- 39 コイル

20

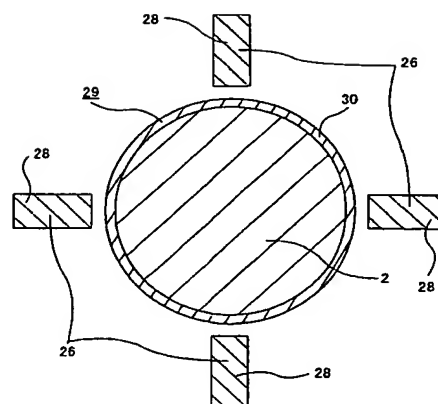
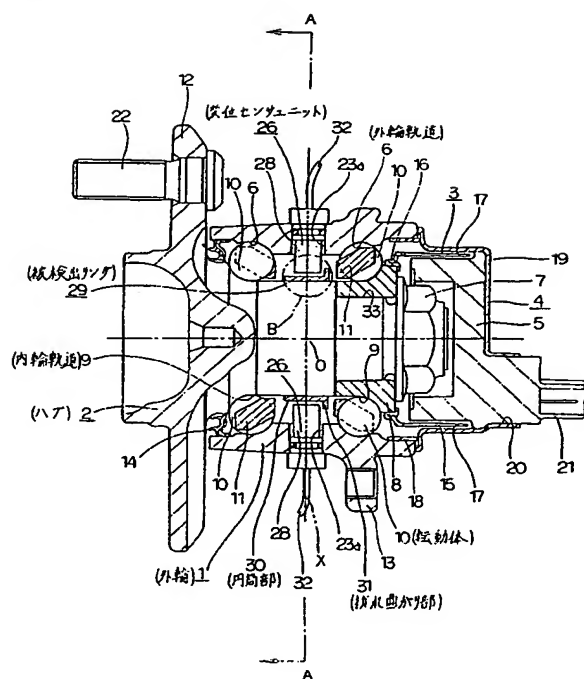
30

40

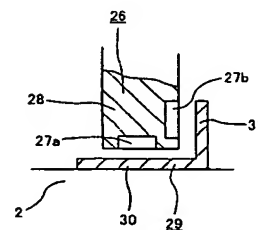
50

- 10

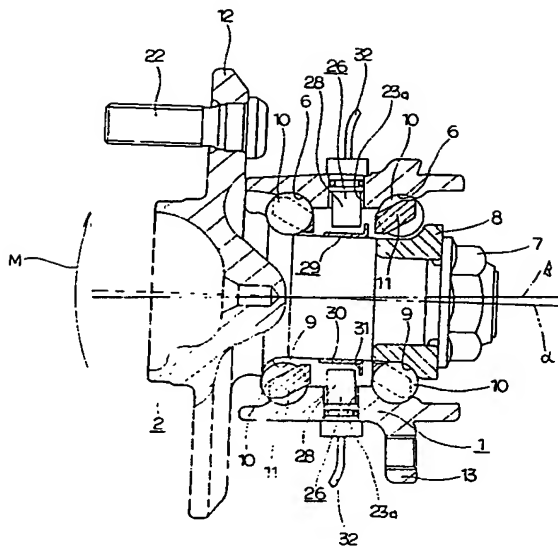
【図 2】



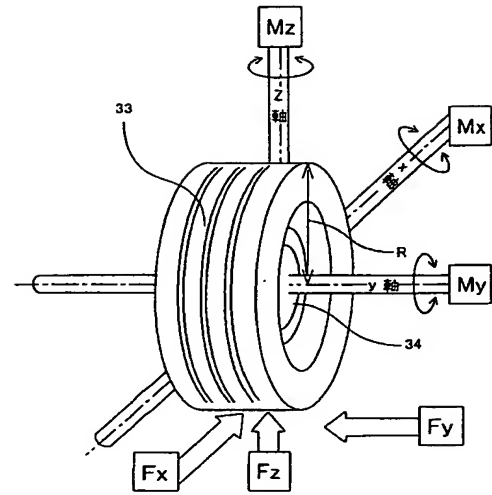
【圖 3】



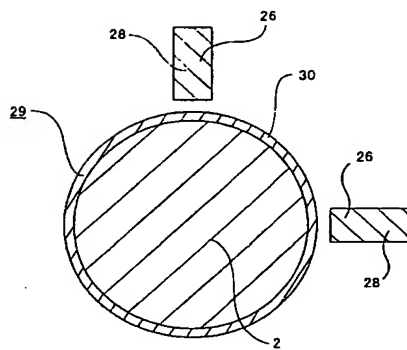
【図 4】



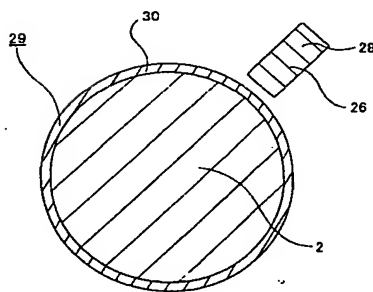
【図 5】



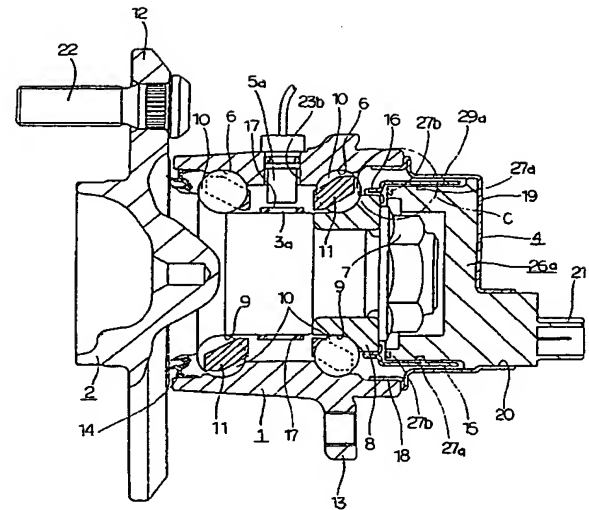
【図 6】



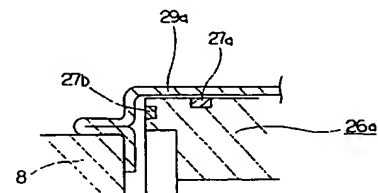
【図 7】



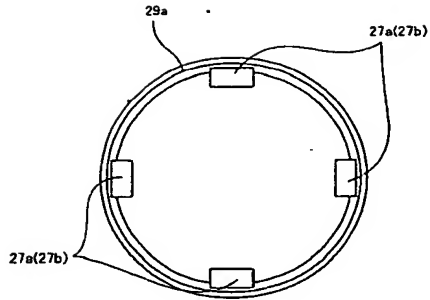
【図 8】



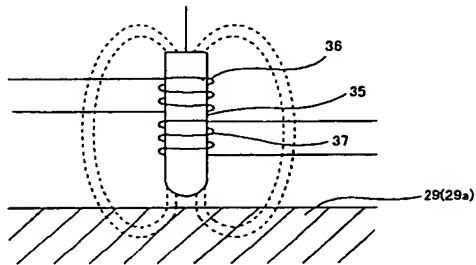
【図 9】



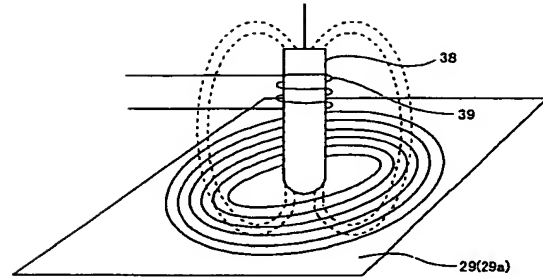
【図10】



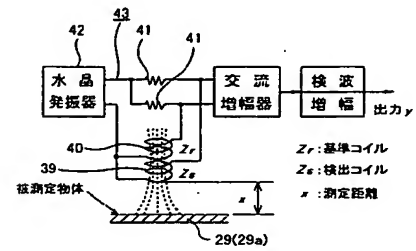
【図11】



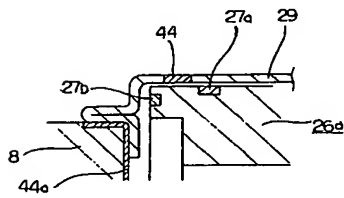
【図12】



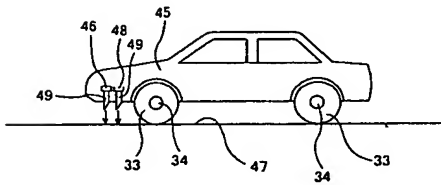
【図13】



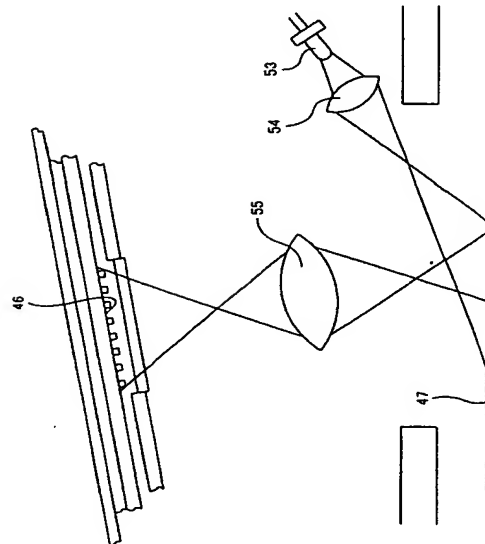
【図14】



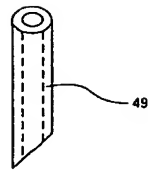
【図15】



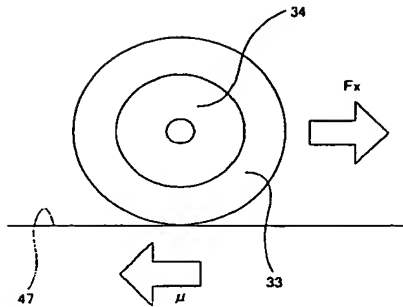
【図16】



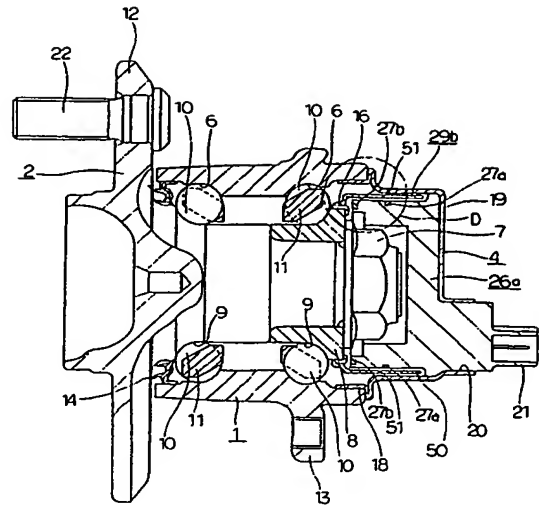
【図 17】



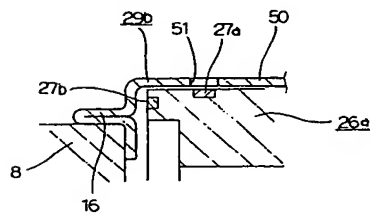
【図 18】



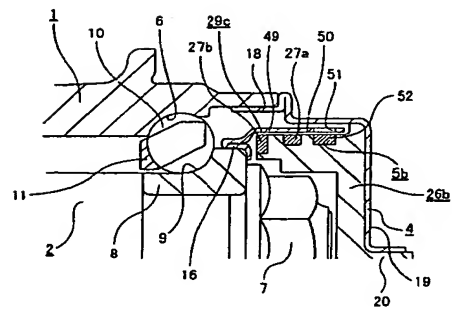
【図 19】



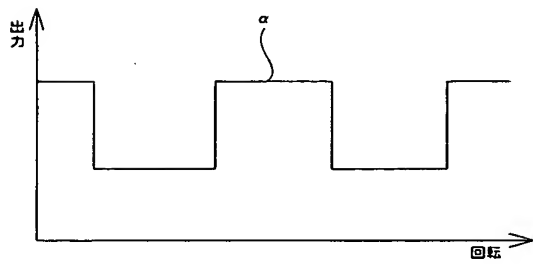
【図 20】



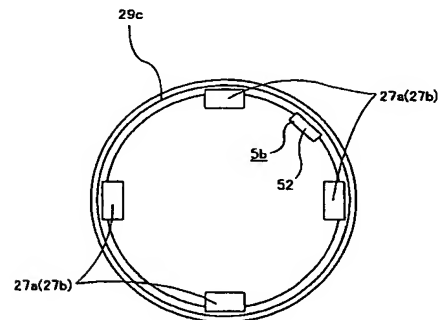
【図 22】



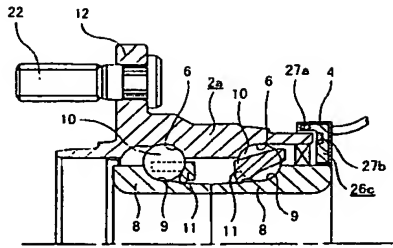
【図 21】



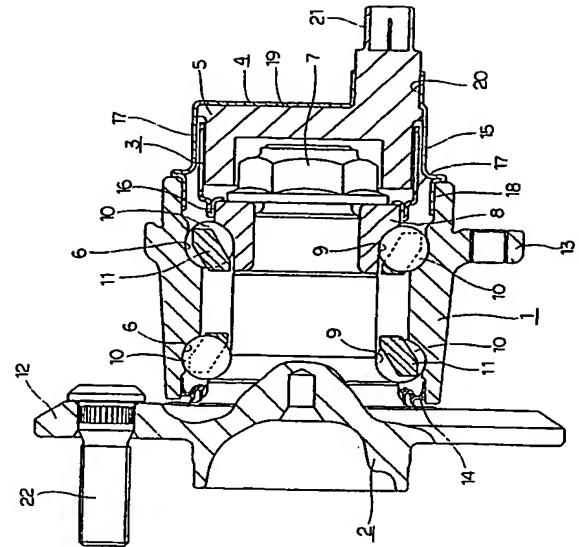
【図 23】



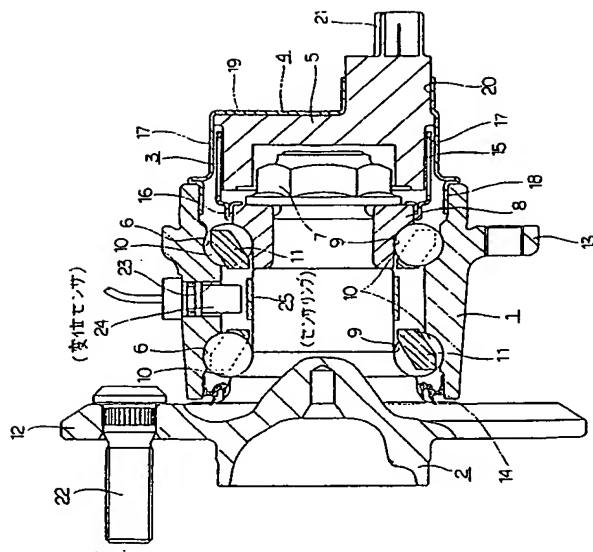
【図 24】



【図 25】



【図 26】





フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 C 41/00

F I

F 1 6 C 41/00

テーマコード (参考)

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62 AA72 BA53 BA54 BA56 BA77  
FA25 FA26 FA44 FA51 GA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**